

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication : **2 740 176**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **95 12237**

⑤① Int Cl⁶ : F 02 D 41/14, 41/26, 41/30, F 01 N 3/20

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②② Date de dépôt : 18.10.85.

③⑦ Priorité :

④③ Date de la mise à disposition du public de la
demande : 25.04.97 Bulletin 97/17.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : REGIE NATIONALE DES USINES
RENAULT — FR.

⑦② Inventeur(s) : SIMON EDOUARD JEAN BAPTISTE
LAURENT et GIVOIS BERNARD.

⑦③ Titulaire(s) :

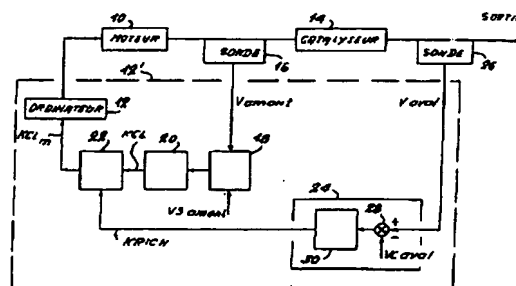
⑦④ Mandataire : CABINET BALLOT SCHMIT.

⑤④ **SYSTEME ET PROCEDE DE DOUBLE BOUCLE DE COMMANDE POUR MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.**

⑤⑦ L'invention concerne un système et un procédé pour
contrôler la quantité de carburant injectée dans un moteur
à combustion interne avec pot catalytique.

L'invention réside dans le fait que le signal (KCL) fourni
par la première boucle de contre-réaction (16, 18, 20, 12) à
partir du signal de sortie (V_{amont}) d'une première sonde (16)
en amont du pot catalytique (14) est corrigé dans un circuit
correcteur (22), d'une valeur (KRICH) déterminée dans un
circuit (24) à partir du signal de sortie (V_{aval}) d'une
deuxième sonde (26) en aval du pot catalytique (14).

L'invention est applicable aux moteurs à combustion in-
terne à injection avec pot catalytique.



FR 2 740 176 - A1



BEST AVAILABLE COPY

A

**SYSTEME ET PROCEDE DE DOUBLE BOUCLE DE COMMANDE POUR
MOTEUR A COMBUSTION INTERNE**

L'invention concerne les moteurs à combustion interne du type à injection et comportant un pot d'échappement catalytique et, plus particulièrement dans de tels moteurs, un système et un procédé pour asservir le
5 rapport carburant/air par une double boucle de contre-réaction fonctionnant en temps réel.

Il est connu d'utiliser des systèmes pour modifier la quantité de carburant qui est injectée dans un moteur en fonction de la composition des gaz d'échappement et,
10 plus particulièrement, de la teneur en oxygène de ces gaz. A cet effet, la teneur en oxygène est mesurée à l'aide d'une sonde non linéaire dite sonde "lambda" ou sonde EGO, EGO étant l'acronyme anglo-saxon pour "Exhaust Gas Oxygen". Une telle sonde est disposée en
15 amont du pot d'échappement catalytique qui traite les gaz d'échappement et le signal fourni par cette sonde sert à modifier la quantité de carburant qui est injectée en amont des cylindres du moteur par l'intermédiaire d'une première boucle de contre-
20 réaction.

Dans certaines applications, il est connu de disposer une deuxième sonde lambda en aval du pot d'échappement catalytique et d'utiliser le signal fourni par cette sonde pour mesurer, par exemple, les performances du
25 pot d'échappement catalytique.

Dans d'autres applications, le signal de cette deuxième sonde est utilisé pour régler lentement le rapport carburant/air de la première boucle en changeant son point de fonctionnement ou en changeant sa fonction de
30 transfert. Ce réglage lent compense le vieillissement

de la première sonde suivant une moyenne mais ne réalise pas la régulation en temps réel du rapport carburant/air, appelée régulation de la richesse, pour qu'il soit maintenu à la stoechiométrie ou à une valeur
5 proche et assurer ainsi un bon fonctionnement du pot catalytique, ce qui conduit à une moindre pollution.

Un but de la présente invention est donc de mettre en oeuvre un système et un procédé de double boucle de commande pour moteur à combustion interne qui
10 permettent une régulation en temps réel du rapport carburant/air.

La régulation de la richesse est par exemple obtenue par un calculateur d'injection grâce à la tension du signal fourni par la sonde non linéaire, en modifiant
15 le temps d'injection par l'intermédiaire d'un terme correcteur. Ce terme correcteur est une fonction du signe de la différence entre la tension de sonde et une tension de seuil. Par exemple, lorsque la tension de sonde est inférieure à la tension de seuil, cela
20 signifie que la teneur en oxygène est trop élevée et la correction consiste à accroître la durée d'injection pour augmenter la quantité de carburant, c'est-à-dire la richesse. Dans le cas inverse, la correction consiste à décroître la durée d'injection pour diminuer
25 la richesse.

Avec une telle régulation, les caractéristiques physiques de la sonde telles que le temps de réponse lors des transitions pauvre-riche ou riche-pauvre et la dépendance de la caractéristique tension en fonction de
30 la richesse selon la composition des gaz d'échappement peuvent conduire à une richesse moyenne de régulation différente de la stoechiométrie.

Par ailleurs, pour obtenir une efficacité maximale du pot d'échappement catalytique ou pour toute autre

considération de mise au point du moteur, il peut être nécessaire de choisir une richesse moyenne qui est sensiblement différente de la stoechiométrie.

Un autre but de la présente invention est donc de
5 mettre en oeuvre un système et un procédé de double boucle de commande pour moteur à combustion interne qui permettent de modifier la richesse moyenne et l'asservir à une valeur prédéterminée.

L'invention concerne donc un système de double boucle
10 de commande de richesse pour moteur à combustion interne du type à injection commandée par un ordinateur électrique et équipé d'un pot catalytique qui comprend :

- une première boucle de commande comprenant une
15 première sonde non linéaire pour fournir un premier signal électrique V_{amont} représentatif de la proportion de l'un des composants des gaz d'échappement du moteur à l'entrée du pot catalytique et un premier circuit correcteur pour traiter ledit
20 premier signal électrique de manière à fournir à l'ordinateur un premier signal de correction KCL de la quantité de carburant injectée,

- une deuxième boucle de commande comprenant une
25 deuxième sonde non linéaire pour fournir un deuxième signal électrique V_{aval} représentatif de la proportion de l'un des composants des gaz d'échappement sortant dudit pot catalytique,

caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, dans la deuxième boucle de commande, un deuxième circuit
30 correcteur pour traiter ledit deuxième signal V_{aval} de manière à fournir à l'ordinateur un deuxième signal de correction KRICH de la quantité de carburant injectée.

Le deuxième signal de correction KRICH est ajouté au premier signal de correction KCL soit au moment des

transitions pauvre-riche et/ou riche-pauvre du premier signal de correction KCL, soit de manière continue.

L'invention concerne également un procédé pour contrôler la quantité de carburant injectée dans un
5 moteur à combustion interne du type à injection contrôlée par un ordinateur électronique et équipé d'un pot catalytique, ledit ordinateur électronique recevant un premier signal de correction KCL d'une première
10 boucle de contre-réaction comprenant une première sonde non linéaire, le procédé étant caractérisé par les étapes suivantes :

- (a) mesure, à la sortie du pot catalytique, à l'aide d'une deuxième sonde non linéaire, de la proportion de l'un des composants des gaz de sortie dudit pot
15 catalytique de manière à obtenir un signal électrique V_{aval} dont l'amplitude est représentative de cette proportion,
- (b) élaboration, à partir dudit signal électrique V_{aval} , d'un deuxième signal de correction KRICH, et
- 20 (c) modification du premier signal de correction KCL par ledit deuxième signal de correction KRICH.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description
25 suivante d'exemples particuliers de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma fonctionnel d'une première double boucle de richesse selon l'invention,
- les figures 2-A et 2-B sont des diagrammes montrant
30 une stratégie de correction de la richesse selon l'art antérieur avec une seule boucle de contre-réaction,

- les figures 3-A à 3-J sont des diagrammes montrant différentes manières ou stratégies de correction de la richesse selon l'invention,
- les figures 4-A, 4-B et 4-C sont des diagrammes montrant une autre manière de corriger la richesse selon l'invention, et
- la figure 5 est un schéma fonctionnel de plusieurs variantes selon l'invention.

Sur la figure 1, un moteur à combustion interne 10 est commandé, de manière connue, par un ordinateur électronique 12. Les gaz d'échappement de ce moteur sont filtrés par un pot d'échappement 14 de type catalytique, duquel ils s'échappent vers l'air libre. Une première sonde 16 est disposée à l'entrée du pot d'échappement et mesure la teneur de l'un des composants principaux des gaz d'échappement, ce composant étant habituellement l'oxygène. Cette sonde est du type non linéaire et est souvent appelée, comme indiqué ci-dessus, sonde "lambda" ou sonde EGO.

Cette sonde fournit sur sa borne de sortie un signal électrique V_{amont} (Figure 2-A) qui est appliqué à un circuit comparateur 18 dans lequel V_{amont} est comparé à une tension de seuil VS_{amont} pour déterminer le signe de V_{amont} par rapport à ce seuil.

La valeur du seuil VS_{amont} dépend des caractéristiques de la sonde et correspond à la tension de basculement de la sonde lorsque les conditions de stoechiométrie sont remplies.

La borne de sortie du circuit comparateur 18, qui fournit un signal binaire 1 ou 0, est connectée à la borne d'entrée d'un premier circuit correcteur 20 de régulation de richesse qui est du type proportionnel de gain P et intégral de gain I. Le circuit correcteur 20 fournit un signal KCL qui a la forme représentée par

le diagramme de la figure 2-B. C'est ce signal KCL qui est fourni à l'ordinateur 12 pour commander la quantité de carburant à injecter. Ainsi, dès que V_{amont} est inférieur à VS_{amont} , cela signifie que le mélange est pauvre en carburant et qu'il faut augmenter la quantité de carburant. C'est ce qui est réalisé par le saut +P (Figure 2-B) suivi d'une pente positive de pente I jusqu'au moment où V_{amont} dépasse VS_{amont} , ce qui signifie que le mélange devient riche en carburant et qu'il faut en diminuer la quantité. Ceci est réalisé par un saut -P suivi d'une pente négative de valeur I. Selon l'invention, la valeur de correction KCL, fournie par le circuit correcteur 20, est modifiée par un deuxième circuit correcteur 22, qui introduit un terme correcteur KRICH, avant d'être appliquée à l'ordinateur 12. Ce terme correcteur KRICH est déterminé par un circuit 24 à partir d'un signal de sortie V_{aval} d'une deuxième sonde lambda 26 qui est disposée à la sortie du pot d'échappement catalytique 14. Ce circuit 24 est essentiellement constitué d'un comparateur 28 auquel sont appliqués le signal V_{aval} et un signal dit de consigne VC_{aval} et d'un troisième circuit correcteur 30 auquel est appliqué le signal $(V_{aval} - VC_{aval})$ fourni par le circuit comparateur 28. Le troisième circuit correcteur 30 est par exemple du type proportionnel et intégral et fournit le signal KRICH qui est appliqué au deuxième circuit correcteur 22.

Le deuxième circuit correcteur 22 peut introduire la correction KRICH de différentes manières ou stratégies qui seront expliquées en relation avec les diagrammes temporels des figures 3-A à 3-J. Les diagrammes des figures 3-A à 3-J sont des tracés du signal KCL tel que modifié par le deuxième circuit correcteur 22 selon

différentes manières, le signal KCL modifié étant appelé KCL_m .

Selon une première manière (Figures 3-A et 3-B), le signal KRICH est appliqué lors des transitions pauvre-riche qui sont détectées par la première sonde, ce qui correspond au flanc descendant du signal KCL. Dans le cas où $KRICH > 0$ (enrichissement), le tracé de KCL_m est celui de la figure 3-A tandis que dans le cas où $KRICH < 0$ (appauvrissement), le tracé de KCL_m est celui de la figure 3-C.

Selon une deuxième manière (figures 3-C et 3-D), le signal KRICH est appliqué lors des transitions riche-pauvre qui sont détectées par la première sonde, ce qui correspond au flanc montant du signal KCL. Dans le cas où $KRICH > 0$ (enrichissement), le tracé de KCL_m est celui de la figure 3-C tandis que dans le cas où $KRICH < 0$ (appauvrissement), le tracé de KCL_m est celui de la figure 3-D.

Selon une troisième manière (Figures 3-E et 3-F), le signal KRICH est appliqué à chaque transition mais avec une valeur moitié de KRICH, soit $KRICH/2$. Dans le cas où $KRICH > 0$ (enrichissement), le tracé de KCL_m est celui de la figure 3-E tandis que dans le cas où $KRICH < 0$ (appauvrissement), le tracé de KCL_m est celui de la figure 3-F.

Selon une quatrième manière (Figure 3-G, 3-H), KRICH est appliqué lors des transitions pauvre-riche (flanc descendant) lorsqu'il est positif (enrichissement) selon le tracé de la figure 3-G et lors des transitions riche-pauvre (flanc montant) lorsqu'il est négatif (appauvrissement) selon le tracé de la figure 3-H.

Selon une cinquième manière (Figures 3-I et 3-J), KRICH est appliqué lors des transitions riche-pauvre (flanc montant) lorsqu'il est positif (enrichissement) selon

le tracé de la figure 3-I et lors des transitions pauvre-riche (flanc descendant) lorsqu'il est négatif (appauvrissement) selon le tracé de la figure 3-J.

Selon une sixième manière (Figures 4-A à 4-C), le
 5 signal KRICH est additionné à KCL en modifiant la pente de l'intégrale pour obtenir KCL_m tel que :

$$KCL_m = KCL + KRICH$$

à la fin de la période de régulation, ce qui implique que la pente doit être modifiée de la valeur $KRICH/T$,
 10 où T est une donnée fixe qui est de l'ordre de la période de régulation. En conséquence, la pente α des figures 4-B et 4-C est donnée par :

$$\alpha = I + KRICH/T,$$

tandis que la pente θ est donnée par :

$$15 \quad \theta = -I + KRICH/T.$$

On obtient alors le tracé de la figure 4-B pour $KRICH > 0$ (enrichissement) et celui de la figure 4-C pour $KRICH < 0$ (appauvrissement).

La figure 4-A représente, en correspondance avec la
 20 figure 4-B, la variation de la tension V_{amont} par rapport à VS_{amont} et définit les transitions pauvre-riche et riche-pauvre.

Dans la description de la figure 1, pour des raisons de clarté de l'exposé, les circuits 18, 20, 22, 28 et 30
 25 ont été séparés les uns des autres pour bien montrer les caractéristiques de l'invention. En réalité, ces circuits font partie intégrante de l'ordinateur 12, ce dernier englobant tous les circuits à l'intérieur du rectangle en trait discontinu 12'.

30 Le système de la figure 1 peut présenter des variantes qui seront décrites en relation avec la figure 5.

Ainsi dans la variante selon le rectangle en pointillé 50 de la figure 5, le signal de sortie KRICH du circuit correcteur 24 est appliqué au circuit correcteur 22 par

- l'intermédiaire d'un circuit additionneur 40. Ce circuit additionneur 40 comprend une première borne d'entrée à laquelle est appliqué le signal KRICH et une deuxième borne d'entrée à laquelle est appliqué un
- 5 signal ou information $KRICH_C$ fourni par une table cartographique ou mémoire 42 en fonction du point de fonctionnement du moteur. Cette table 42 est adressée par les caractéristiques du point de fonctionnement du
- 10 moteur, telles que le régime moteur et la pression collecteur, qui sont fournies par l'ordinateur 12. C'est le signal résultant de l'addition $KRICH + KRICH_C = KRICH_\Sigma$ qui est appliqué au circuit correcteur 22 et utilisé selon les manières décrites ci-dessus.
- 15 A cette première variante relative à la modification de la valeur de KRICH, on peut ajouter soit en combinaison, soit séparément une variante selon le rectangle en pointillé 52 et relative à la variation de la tension de consigne V_{Caval} selon une cartographie
- 20 pour un certain nombre de points de fonctionnement. Ces valeurs de V_{Caval} pour les différents points de fonctionnement sont enregistrées dans une table 44 qui est adressée par l'ordinateur 12.
- Dans une autre variante, le signal V_{aval} est filtré par
- 25 un filtre passe-bas 46 avant d'être appliqué au circuit correcteur 24. Un tel filtrage permet d'éliminer les fréquences correspondant aux battements de la régulation de richesse qui n'ont pas été complètement amortis par le pot catalytique.
- 30 Dans une autre variante selon le rectangle 60 de la figure 5, le signal KRICH est filtré dans un filtre du premier ordre 54 pour obtenir un signal $KRICH_{moy}$ dont la valeur est enregistrée dans une mémoire 56. Lors de la lecture de la mémoire 56, le signal lu est appliqué

à un circuit additionneur 58 qui reçoit par ailleurs le signal KRICH. Le signal est appliqué au circuit correcteur 22 soit par l'intermédiaire du circuit additionneur 40, soit directement en l'absence du
5 circuit additionneur 40.

Au lieu d'une seule valeur de $KRICH_{moy}$, la mémoire 56 peut contenir plusieurs valeurs correspondant chacune à un point de fonctionnement du moteur qui est défini par un régime moteur et une pression collecteur. La mémoire
10 56 est adressée par l'ordinateur 12 tout comme les mémoires 42 et 44.

A la sortie du circuit additionneur 58, la valeur du signal $KRICH_f$ est donnée par :

$KRICH_f = KRICH_{moy} + KRICH = KRICH_{moy} + KRICH_{prop} + KRICH_{int}$,
15 $KRICH_{prop}$ et $KRICH_{int}$ indiquant respectivement les termes "proportionnel" et "intégral" du signal KRICH. Or, le terme proportionnel a une valeur moyenne nulle de sorte que $KRICH_{moy}$ est une valeur filtrée de $KRICH_{int}$.

REVENDECATIONS

1. Système de double boucle de commande de richesse pour moteur à combustion interne (10) du type à injection commandée par un ordinateur électronique (12) et équipé d'un pot catalytique qui comprend :
- 5 - une première boucle de commande comprenant une première sonde non linéaire (16) pour fournir un premier signal électrique (V_{amont}) représentatif de la proportion de l'un des composants des gaz d'échappement du moteur (10) à l'entrée du pot
10 catalytique (14) et un premier circuit correcteur (18, 20) pour traiter ledit premier signal électrique de manière à fournir à l'ordinateur (12) un premier signal de correction (KCL) de la quantité de carburant injectée,
 - 15 - une deuxième boucle de commande comprenant une deuxième sonde non linéaire (26) pour fournir un deuxième signal électrique (V_{aval}) représentatif de la proportion de l'un des composants des gaz d'échappement sortant dudit pot catalytique (14),
20 caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, dans la deuxième boucle de commande, un deuxième circuit correcteur (24) pour traiter ledit deuxième signal (V_{aval}) de manière à fournir à l'ordinateur (12) un deuxième signal de correction (KRICH) de la quantité de
25 carburant injectée.
2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première boucle de commande comprend, en outre, un troisième circuit correcteur (22) auquel sont
30 appliqués ledit premier signal de correction (KCL) et ledit deuxième signal de correction (KRICH) et qui

fournit à l'ordinateur (12) un troisième signal de correction (KCL_m) de la quantité de carburant injectée.

5 3. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit troisième circuit correcteur (22) est un circuit additionneur.

10 4. Système selon l'une des revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que le deuxième circuit correcteur (24) comprend :

- un circuit comparateur (28) pour comparer l'amplitude dudit deuxième signal électrique (V_{aval}) à une valeur de consigne (VC_{aval}) de manière à fournir un signal représentatif de leur différence ($V_{aval} - VC_{aval}$), et
- 15 - un circuit de traitement (30) du signal de différence ($V_{aval} - VC_{aval}$) pour fournir ledit deuxième signal correcteur de manière à asservir le deuxième signal électrique (V_{aval}) à la valeur de consigne (VC_{aval}).

20 5. Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que le circuit de traitement (30) applique au signal différence une fonction de transfert du type proportionnel-intégral.

25 6. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, un quatrième circuit correcteur (50) pour modifier ledit deuxième signal correcteur ($KRICH$) d'une valeur ($KRICH_C$) correspondant à une valeur du deuxième
30 signal correcteur pour au moins un point de fonctionnement du moteur (10).

7. Système selon la revendication 6, caractérisé en ce que le quatrième circuit correcteur (50) comprend une

première mémoire (42) dans laquelle est enregistrée au moins une valeur ($KRICH_C$) correspondant à une valeur du deuxième signal de correction (KRICH) pour un point de fonctionnement du moteur (10) et un circuit additionneur (40) pour additionner la valeur lue dans ladite mémoire (42) au deuxième signal de correction (KRICH), la lecture dans ladite mémoire (42) étant sous le contrôle de l'ordinateur (12) de manière que la valeur lue corresponde au point de fonctionnement dudit moteur (10).

8. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes 4 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, une deuxième mémoire (44) pour enregistrer une pluralité de valeurs de la tension de consigne (VC_{aval}), chaque valeur correspondant à un point de fonctionnement du moteur (10), la lecture de ladite mémoire étant sous le contrôle de l'ordinateur (12) de manière que la valeur lue corresponde au point de fonctionnement dudit moteur (10).

9. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, un filtre du premier ordre (54) auquel est appliqué le deuxième signal de correction (KRICH) et qui fournit un signal de moyenne ($KRICH_{moy}$), une troisième mémoire (52) dans laquelle est enregistrée au moins une valeur dudit signal de moyenne ($KRICH_{moy}$) et un circuit additionneur (58) auquel sont appliqués le deuxième signal de correction (KRICH) et la valeur lue dans la troisième mémoire (56).

10. Système selon la revendication 9, caractérisé en ce que la troisième mémoire (52) est prévue pour

enregistrer une pluralité de valeurs du signal de moyenne ($KRICH_{moy}$), chaque valeur correspondant à un point de fonctionnement du moteur et étant sélectionnée à la lecture par l'ordinateur (12) en fonction des caractéristiques du point de fonctionnement du moteur.

11. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, un filtre passe-bas auquel est appliqué le signal de sortie (V_{aval}) de la deuxième sonde (26) et qui fournit un signal filtré à l'entrée du deuxième circuit correcteur (24).

12. Procédé pour contrôler la quantité de carburant injectée dans un moteur à combustion interne (10) du type à injection contrôlée par un ordinateur électronique (12) et équipé d'un pot catalytique (14), ledit ordinateur électronique (12) recevant un premier signal de correction (KCL) d'une première boucle de contre-réaction (16, 18, 20) comprenant une première sonde (16) non linéaire, le procédé étant caractérisé par les étapes suivantes :

- (a) mesure, à la sortie du pot catalytique (14), à l'aide d'une deuxième sonde (26) non linéaire, de la proportion de l'un des composants des gaz de sortie dudit pot catalytique (14) de manière à obtenir un signal électrique (V_{aval}) dont l'amplitude est représentative de cette proportion,
- (b) élaboration, à partir dudit signal électrique (V_{aval}), d'un deuxième signal de correction ($KRICH$), et
- (c) modification du premier signal de correction (KCL) par ledit deuxième signal de correction ($KRICH$).

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'étape (b) consiste à :

- comparer ledit signal électrique (V_{aval}) à un signal de consigne (VC_{aval}) pour obtenir un signal de différence ($V_{aval} - VC_{aval}$), et
- appliquer une fonction de transfert du type proportionnel intégral au signal de différence.

14. Procédé selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que l'étape (c) consiste à :

- appliquer le deuxième signal de correction (KRICH) lors des transitions pauvre-riche du premier signal de correction (KCL).

15. Procédé selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que l'étape (c) consiste à :

- appliquer le deuxième signal de correction (KRICH) lors des transitions riche-pauvre du premier signal de correction (KCL).

16. Procédé selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que l'étape (c) consiste à :

- appliquer la valeur moitié du deuxième signal de correction (KRICH) à chaque transition pauvre-riche et riche-pauvre du premier signal de correction (KCL).

17. Procédé selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que l'étape (c) consiste à :

- appliquer le deuxième signal de correction (KRICH) lors des transitions pauvre-riche du premier signal de correction (KCL) lorsque ledit deuxième signal de correction est positif et lors des transitions riche-

pauvre du premier signal de correction (KCL) lorsque ledit deuxième signal de correction est négatif.

18. Procédé selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que l'étape (c) consiste à :

5 - appliquer le deuxième signal de correction (KRICH) lors des transitions riche-pauvre du premier signal de correction (KCL) lorsque ledit deuxième signal de correction est positif et lors des transitions

10 pauvre-riche du premier signal de correction (KCL) lorsque ledit deuxième signal de correction (KRICH) est négatif.

19. Procédé selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que l'étape (c) consiste à :

15 - appliquer le deuxième signal de correction (KRICH) sous la forme d'une variation continue du premier signal de correction (KCL) pendant une durée déterminée (T).

20

20. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce que ladite variation continue du premier signal de correction KCL consiste à modifier la pente de l'intégrale d'une valeur $KRICH/T$ pendant ladite durée

25 déterminée (T).

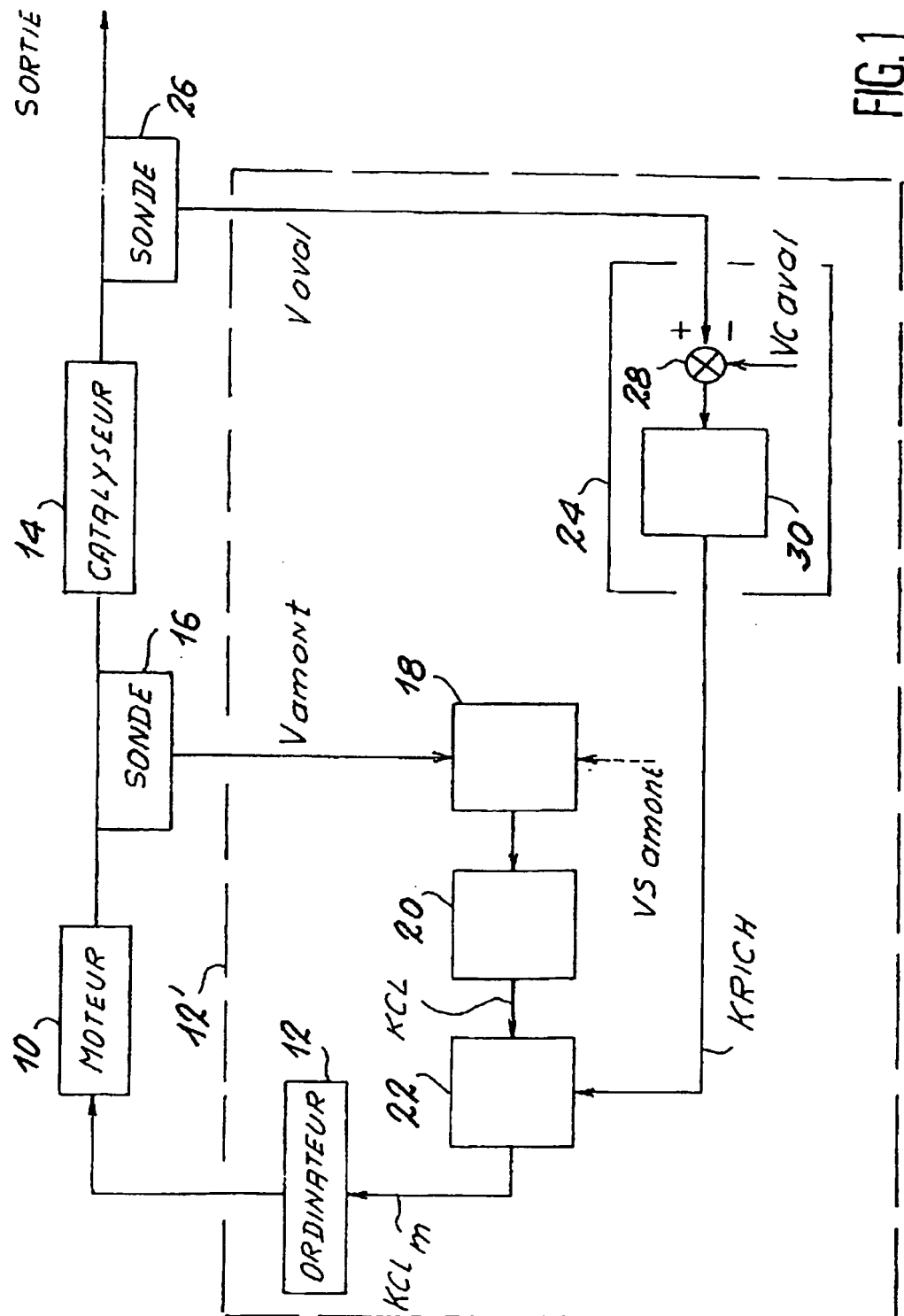


FIG. 1

2.4

FIG. 2 A

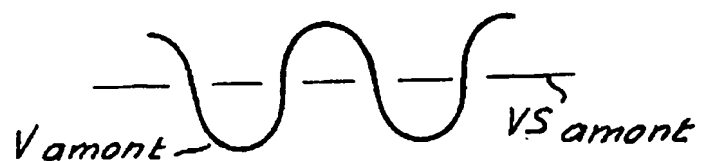


FIG. 2 B

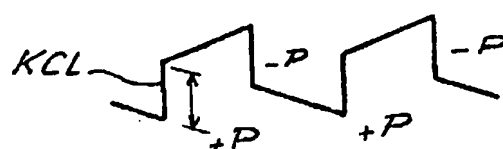


FIG. 4 A

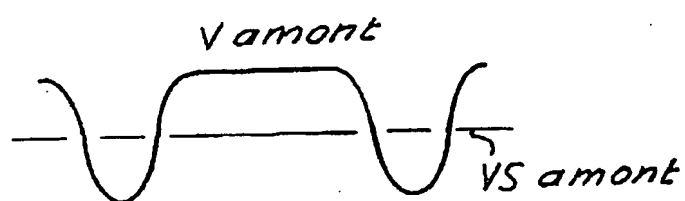


FIG. 4 B

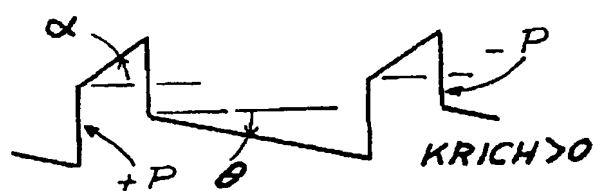
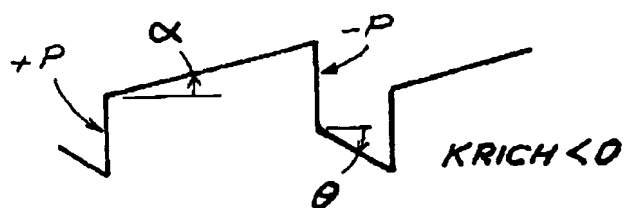


FIG. 4 C



3, 4

FIG. 3 A

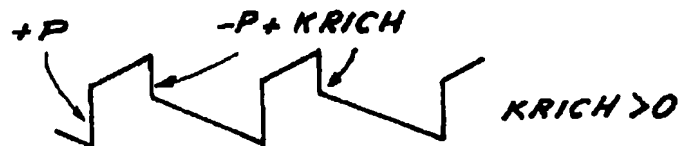


FIG. 3 B

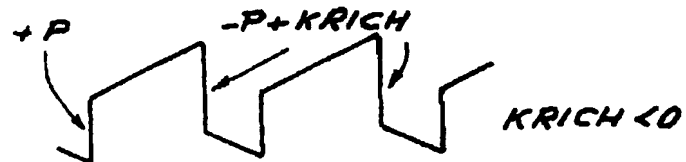


FIG. 3 C

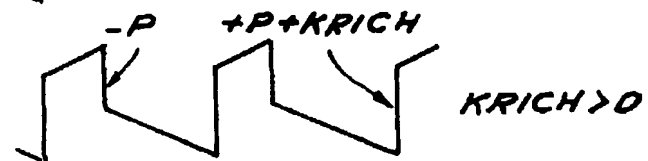


FIG. 3 D



FIG. 3 E

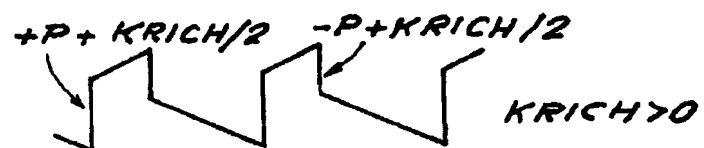


FIG. 3 F



FIG. 3 G

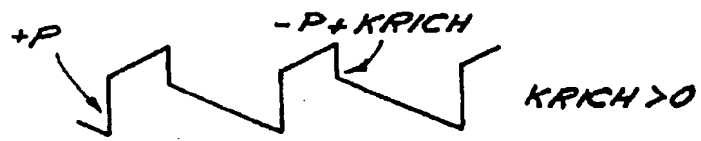


FIG. 3 H

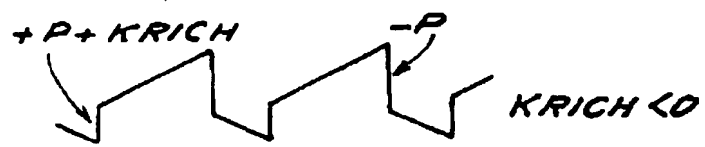


FIG. 3 I

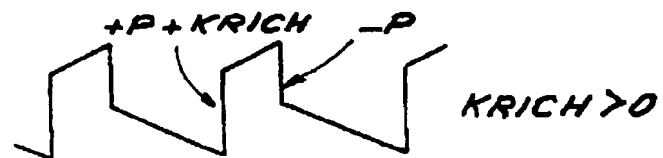
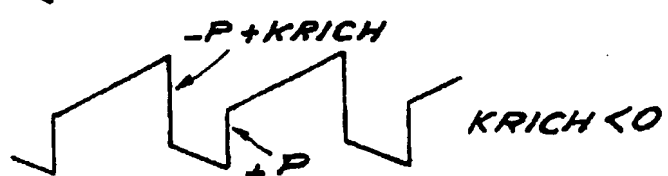


FIG. 3 J



4.4

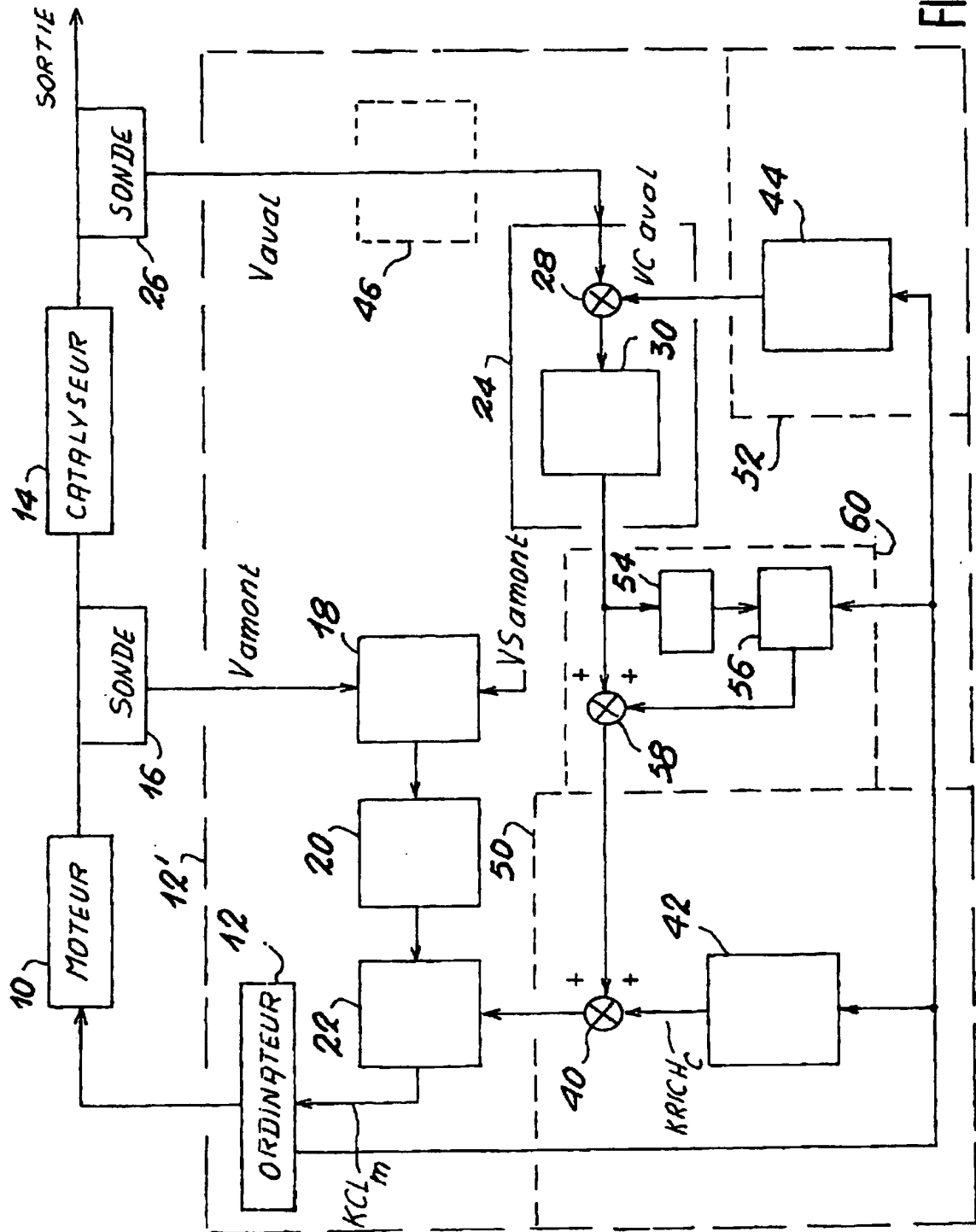


FIG. 5

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	US-A-5 398 501 (ITO ET AL.) 21 Mars 1995	1-4,6,7, 12,14, 15,17,18
Y	* colonne 5, ligne 7 - colonne 9, ligne 63; figures 6,7 *	8
X	US-A-4 831 838 (NAGAI ET AL.) 23 Mai 1989 * colonne 3, ligne 39 - colonne 12, ligne 24 * * colonne 15, ligne 46 - colonne 16, ligne 10 *	1-5, 12-15
X	US-A-5 168 700 (FURUYA) 8 Décembre 1992 * le document en entier *	1-6, 12-15, 17,18
Y	US-A-4 809 501 (KAYANUMA ET AL.) 7 Mars 1989 * colonne 9, ligne 17 - colonne 10, ligne 61 *	8
X	US-A-3 939 654 (CREPS) 24 Février 1976 * colonne 2, ligne 52 - colonne 4, ligne 27 *	1-3
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		F02D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
24 Juin 1996		Moualed, R
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		